

Гадельшин М.Ш., Долгирев Ю.Е., Гадельшин В.М., Иванов А.В.

Gadelshin M.Sh., Dolgirev Y.E., Gadelshin V.M., Ivanov A.V.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВИЗОРА В УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

APPLICATION A THERMAL IMAGING DEVICE IN TEACHING AND RESEARCH ACTIVITIES

gm273@mail.ru

ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

г. Екатеринбург



В статье показано, что тепловизор может быть успешно применен в учебно-исследовательской деятельности. Рассмотрена методика исследования теплопередающей способности термосифона с использованием тепловизора.

The paper shows that a thermal imaging device can be successfully applied in teaching and research activities. The methods of research heat transfer capability with application a thermal imager was considered.

При реализации основных образовательных программ подготовки специалистов для атомной отрасли предъявляются достаточно высокие требования по формированию компетенций будущих специалистов, обращается внимание на их готовность к разработке и созданию новых методов исследования технологических процессов.

В работе рассмотрена осваиваемая в настоящее время в процессе учебно-исследовательской деятельности новая методика измерения теплопередающей способности термосифона с применением тепловизора.

При подготовке к проведению экспериментального исследования предварительно были рассмотрены различные методы измерения теплопередающих характеристик. Было отдано предпочтение тепловизионному методу измерения. На следующем этапе была проведена разработка и изготовление термосифона. Для этого был проведен обзор и анализ существующих конструкций термосифонов. С учетом возможных потребителей разработки выбран был контурный термосифон, а в качестве теплоносителя решено было использовать ацетон. Изучались различные возможные геометрические конструкции испарителя, оценивалась работоспособность критически значимых элементов конструкции. Важнейшей стадией явилось изготовление устройства, поскольку от используемых технологий зависит надежность и работоспособность устройства.

Наиболее важен выбор способа подачи тепла в зону испарения. Применение тепловизора для исследования теплопередающей способности термосифона будет эффективным, если осуществлять подвод посредством организации электрического тока по корпусу термосифона в зоне испарения. При этом измерения электрической мощности используются для оценки локальных плотностей подводимого тепла. Был проведен расчет необходимой электрической нагрузки и подбор соответствующего силового трансформатора с требуемыми рабочими характеристиками, а также сборка токоведущих элементов и выбор схемы измерения с помощью трансформаторов тока.

В процессе организации исследования ставилась задача, что очень важно провести исследование, которое позволило бы рассчитать теплопередающую способность. Рассматривается местный эффективный коэффициент теплоотдачи при испарении, определяемый отношением плотности снимаемой с единицы поверхности теплового потока к разности между местной температурой рабочей поверхности испарителя и

температурой теплоносителя в адиабатной зоне, которая в условиях интенсивного кипения приближается к температуре пара.

В конкретной работе ставилась задача по исследованию работоспособности термосифона при его наклонном положении. Поэтому был спроектирован и изготовлен стенд для таких измерений. На стенде тепловизор располагался от термосифона на расстоянии до 2 м с обеспечением жесткой связи. Это позволило при наклонах оставлять неизменным положение термосифона относительно объектива тепловизора, благодаря этому положение термосифона в тепловизионном изображении было стационарным.

Наклоны φ определялись относительно такого положения термосифона – нулевого положения, когда каналы конденсатора ориентированы строго вертикально, в этом случае создаются наилучшие условия для конденсации паров в конденсаторе термосифона. Заметим, что при этом канал испарителя располагается горизонтально. Положительные углы наклона φ – это наклоны, при которых термосифон поворачивается в направлении циркуляции.

Были проведены исследования с применением тепловизора FLIR A320, обработка данных построена на использовании программного продукта ThermaCam Researcher Pro 2.9. Результаты измерений показали следующее. Термосифон наилучшим образом функционировал при малых положительных углах наклона до 20° . Значения коэффициента теплоотдачи при кипении в испарителе составили около $3 \cdot 10^3$ Вт/(м²К). При больших наклонах $\varphi > 0$ перепад давлений, обеспечивающий движение теплоносителя в испарителе, уменьшается. Это приводит к уменьшению теплопередающей способности (рис. 1).

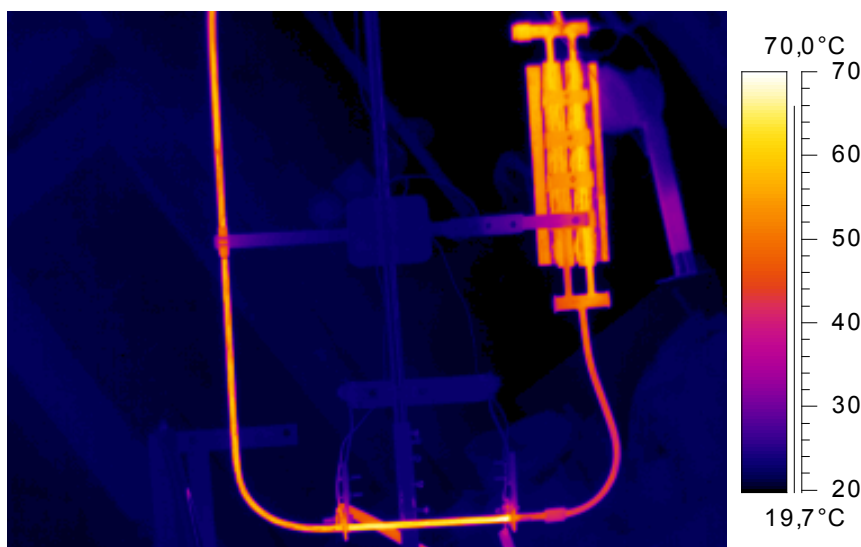


Рис. 1. Тепловизионное изображение функционирующего термосифона при наклоне на угол $\varphi > 0$

Наихудшие условия работоспособности создаются при больших наклонах $\varphi < 0$ (рис. 2). В этом случае часть движущего напора затрачивается на прокачку парожидкостной среды сверху вниз по каналу испарителя. При

значительных отрицательных значениях угла наклона устойчивость циркуляции снижается существенно, что приводит к ухудшению теплопередающей способности.

Были проведены оценки погрешности определения коэффициента теплоотдачи при кипении в канале испарителя, она составляет не более 10 %.

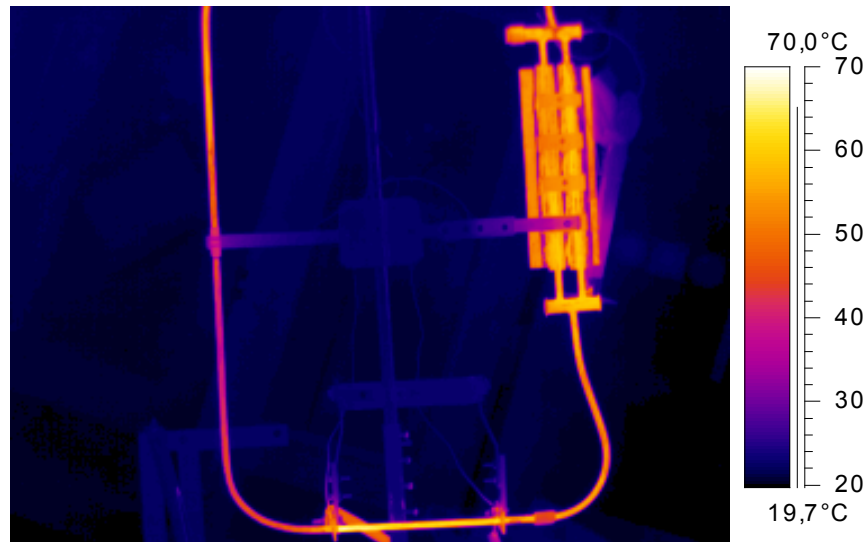


Рис. 2. Тепловизионное изображение функционирующего термосифона при наклоне на угол $\varphi < 0$

Исследования показали, что тепловизор может быть успешно применен для проведения измерений теплопередающей способности термосифона. Разработанный термосифон функционировал вплоть до значений плотностей теплового потока 3 Вт/см^2 . Были получены технические рекомендации по применению исследованного устройства при работе в наклонных положениях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство пользователя: FLIR A320, FLIR A325 [Текст] / публ. № T559007, изм. a277. FLIR Systems, 2008. – 197 с.
2. Пиоро Л.С., Пиоро И.Л. Двухфазные термосифоны и их применение в промышленности / Л.С.Пиоро – Киев:«Наукова думка», 1988. – 135 с.